

ALÜMİNYUM ALAŞIMLARININ ELEKTROSLAG KAYNAĞI**

Elektroslag (elektro-cüruf) kaynağı hergün daha çok alüminyum ve alaşımlarına uygulanır haldedir. Bunda alüminyumun yaygın kullanım alanı etkin olmaktadır: Alüminyumun ve klorun elektrolizinde kullanılan akım baraları gibi yük çekmeyen komponentler ve daha önce gördüğümüz çeşitli ölçüde yük taşıyan alaşımlar önemli bir alüminyum tüketimini gerektirmektedirler.

Oksitlerin daha kolaylıkla cürufa geçirilmesi için alüminyum ve alaşımlarının kaynağında kullanılan dekapanlar alkali (sodyum, potasyum, lithium) flüorür ve klorürlerinin bir karışımı olmaktadır.

Bu dekapanlar ergimiş halde çok akıcı olduklarından, bunların işparçası ile kalıp tertibatı arasındaki aralık ve boşluklardan sızmalarını önlemek üzere tedbir almak çok önemlidir.

Bu aralıklar asbest ipler, kil ve benzeri malzemeye tıkanır.

Alüminyum ve alaşımlarının bilinen nitelikleri ve bunların bazılarının kaynak işleminin başarısına ters etki yapması ve elektroslag yönteminin bu ters etkileri önleyici tertibi, bu yöntemin 160 mm'ye kadar kalınlıkta ticarî grade alüminyum ve Al-Mg alaşımları için kendini kabul ettirmesine yol açmıştır. 25 mm'den büyük kalınlıklarda elektroslag kaynağını AA ile kullanmak ekonomik açıdan daha çekici olmaktadır. Elektrod metali tel, levha ve sarfolunur gaydalar şeklinde olur. 5 mm den küçük çaplı Al telinin elektrod olarak kullanılması elektroslag kaynağında güçtür şöyle ki, burada uzun bir elektriksel serbest uç bırakmak zorunluğu vardır. Kaynak sıcaklığına ısıtıldığında tel sarkar ve aralıkta titreşme eğiliminde olur.

Sarfolabilir gaydaların kullanılması kalın kesitli alüminyumun kısa dikişlerinde uygun olmaktadır. Bu tür uygulamada akım doğrudan elektrodla sevkedi-lebilir ve elektrod pozisyonu da kaynak aralığı içinde gereği gibi ayarlanabilir.

SSCB Paton enstitüsü tarafından geliştirilmiş levha elektrodla Al ve alaşımlarının elektroslag kaynağı, pratik olarak sınırsız kalınlıkta parçalara uygulanabilmektedir.

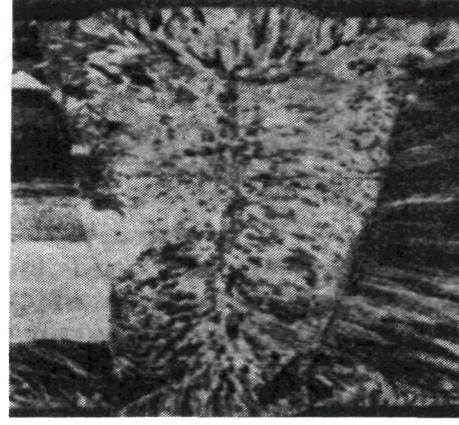
Özellikle, elektroliz küvleri için akım barası imalinde geniş ölçüde kullanılmaktadır. Bu uygulama için kaynak parametreleri aşağıdaki tabloda verilmiştir:

Malzeme	Kalınlık mm	Kaynaklanmış kesit alanı (cm ²)	Akım yoğunluğu A/mm ²	Kaynak gerilimi V	Dekapan sarfiyatı kg	Mülâhazat
Al	60-160	50-1000	3-5	28-30	0.6-1.6	—
Al esash alaşım	50-140	150-850	2.5-4	29-31	0.5-1.4	Dekapan sodyumsuz olacak

Şekil 209'da 160 mm kalınlıkta bir baranın köşe birleştirmesi görülür. Kaynak, ana malzemeye aynı bileşimde levha elektrodlarla yapılmış ve kaynak metali ile bunun elektriksel direnci ana metalla aynı düzeyde olmuş. Kaynağın makro kesiti kaba taneli, sıkı örgülü bir mikroiyapı gösterir ve gözle görülür bir boşluk ve sair kusur arzetmez



Şekil: 209.



Şekil: 210.

Kalın kesitli Al'un elektroslag kaynağında en çok rastlanan kusur nüfuziyet eksikliği ve kaynak metalinde boşluklardır. Levha kalınlığı arttıkça bunların da belirme olasılığı artıyor.

Bunların akım haralarında varlığı çok güç kaybına yol açar.

Nüfuziyet eksikliği, elektrod levhasının kaynağın merkez çizgisinden 2 mm'den fazla sapması, kaynağın fazla alçak sıcaklıkta yürütülmesi veya kullanılan dekapanın (flux'un) alüminyumun oksit filmine karşı düşük aktiviteye sahip olması nedeniyle hasıl olur.

Bir som akım barasının istif edilmiş saçtan bir baraya birleştirilmesi halinde, levha elektrod, daha çok ısı massettiğinden som baraya daha yakın bir pozisyonda olacaktır. Aksi halde istifli saçlar, kalıbın genişliğini aşan bir genişlikte er-giyip som bara hiç ergimeden kalabilir.

Nüfuziyet derinliği, cüruf (slag) banyosunun sıcaklığıyla artar. Bu nedenle kalın Al kesitlerin kaynağında yüksek kaynama noktalı ve yüksek elektriksel dirençli dekapanların (flux'ların) kullanılması önerilir.

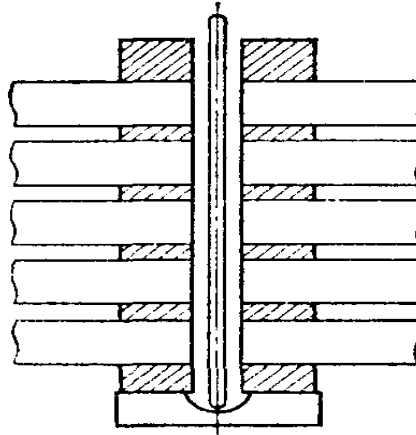
Keza nüfuziyetin genişliği de üç fazlı devre kullanarak artırılabilir. Kaynak metalinde boşluklar, metalin katılma biçimi ile gazların, özellikle hidrojenin, ka-tılasmakta olan metalden şiddetli çıkışının birleşmesinden hasıl olur. Kalıba ısı girdisinin çok az olması halinde kaynak banyosu başlıca kenarlardan uzak merkeze doğru katılacaktır. Böylece de kenarlar arasında bir katılmış metal köprüsü kurulacak ve kalıp hâlâ bir miktar ergimiş metal tutacaktır. Bu hâlâ ergimiş haldeki metalden çıkmak isteyen hidrojen kaçamayıp bu köprü tarafından hapis edilmiş olacaktır. Bunun sonucunda da kaynağın merkezinde geniş bir boşluk kalacaktır.

Bu boşluk başlangıç (tutuşturma) kulak boyutunu asgaride tutmak yada kalıbın alt takviye levhasının*' ısı girdisini artırmak suretiyle önlenebilir. Alüminyumun levha elektrodla elektroslag kaynağında başlangıç kafasının boyutu çok hafif azaltılabilir. Alt takviye levhası çok küçük yapılmışsa, kaynağın başlangıcında cüruf girdileri ve nüfuziyet eksikliği ortaya çıkabilir. Bu hususta bir çıkış yolu işparçasını önısıtmak ya da cüruf (slag) banyosunu teşkil etmek ve aynı zamanda birleştirmenin yanlarını yerel olarak ısıtmak üzere bir sarfolmaz elektrod kullanmaktır.

Grafit kalıp tertibiyle iyi şekilli kaynaklar ve yüksek performanslı birleştirmeler elde edilmişse de bu tür tertiplerin ömrü maalesef kısadır.

Levha elektrod kullanan bir başka elektroslag yöntemi de, tek bir pasoda birçok halka şeklinde işparçasının alın kaynaklarını yapabilmektedir (Şekil: 211). Kaynak edilecek parçalar, kaynaktan sonra çıkarılan ara parçalarla (taralı) birbirlerinden ayrılır. Örneğin 60 x 80 mm kesitinde birkaç alüminyum flanş böylece kaynak edilebilir. 20x80 mm kesitinde leva elektrodlar, ana metalla aynı bileşimdedirler.

Dekapanın çok fazla lithium veya sodyum tuzları içermesi halinde kaynak metal, korozyon mukavemetinden çokça kaybeder. Bu keyfiyet, dekapan seçiminde gözönünde tutulacaktır



Şekil:211.

Esas alaşım elementi olarak magnezyum içeren ve ısı ile sertleştirile-meyen Al alaşımları (Al-Mg) nın elektroslag kaynağında herhangi bir güçlüklerle karşılaşmaz. Buna karşılık alaşım elementi olarak bakır içerip de ısı ile sertleştirilebilen Al alaşımları aynı kolaylığa sahip değildir şöyle ki işlem bir sertlik kaybı hasıl edip bunun sonucunda IEB'de mukavemet azalması ve kaynak metalinde katılma çatlak eğilimi meydana gelir.

Al-6Mg-Zr levha elektrodları kullanılarak 140 mm kalınlıkta Al-6 Mg deney parçaları üzerinde yapılmış deney sonuçları ilginçtir. Kaynak, su ile soğutulmuş bakır kalıplarla şekillendirilmiştir. Kaynaklı birleştirmelerin kimyasal bileşimleri ve mekanik nitelikleri, aşağıdaki tablolarda verilmiştir.

Bunlardan görüldüğü gibi, levha elektrodlarla yapılmış elektroslag kaynaklarının birleştirme verimi, yani ana metalla kaynak metal oranları, %70'in üstünde olmuştur. Deney parçalarının %74'ünde azami çekme mukavemeti 220-260 MN/cm² olmuş olup ana metalinki 290 MN/cm² idi. Ancak bu değerler, sair süreçlerle yapılan kaynak sonuçlarıyla aynı düzeydedir. Aradaki farkın kaynak metal dokusunun azalmış yoğunluğundan ileri geldiği saptanmıştır. Bunun bir dolaylı ispatı, kaynak genişliğinin 60 mm'den 80 mm'ye çıkartılmasıyla azami çekme mukavemetinin 212 den 243 MN/cm² ye, akma sınırının 126 dan 141 MN/m² ye ve uzamanın da % 10.2 den 12.5'a çıkması olmuştur: metal daha müsait koşullar altında katılmış, mikroyapısı yoğun, çatlaksız,

gözeneksiz ve sair kusursuz olmuştur. Al-6Mg-Zr alaşımı elektrodlarla kaynakta Al-6Mg elektrodlarla kaynağa göre kaynak metalinin taneleri daha incelmıştır

Bileşim (gerisi Al)

Metal	Mg	Mn	Ti	Zr
Ana metal	6.29	0.56	0.05	—
Levha elektrod	<u>6.29</u> 6.3	<u>0.56</u> 0.60	<u>0.05</u> —	<u>—</u> 0.25
Kaynak metal	<u>6.02</u> 6.20	<u>0.56</u> 0.64	<u>0.04</u> —	<u>—</u> 0.15

Not: Üstteki rakamlar Al-6Mg elektrodlarla, alttakiler de Al-6Mg-Zr alaşımı elektrodlarla uygulanabilen değerlerdir

Metal	Elektrod	σ_t MN / m ²	σ_y MN / m ²	δ_5 , %	Birleştirme verimi (%)
Ana metal	—	290	160	15	—
Kaynaklı bir. (*)	Al-6Mg				
	alaşımı	212	126	10.2	72
	Al-6Mg-Zr	243	141	12.5	84

(•) Kaynak genişliği 60-80 mm dir.

Elektroslag kaynağında meydana gelen cüruf-metal reaksiyonları altında fi-zisel koşulların belirlenmesi amacıyla elektroslag saf alüminyum terkedilmesi sırasında vaki olan cüruf hareketi ve metal intikali etüd edilmiş ve elektrod ucuna yakın yerde Lorentz kuvvetlerinin meydana getirdikleri sıvı jetin, ergimiş metal damlacıkları üzerinde etkili başat ayırıcı kuvveti sağladığı görülmüştür. Ölçülmüş cüruf banyosu hızları 1 m/sn mertebesinde olarak saptanmıştır

8-20 mm kalınlıkta levha elektrodlarla, 50-150 mm kalınlıkta alüminyum kaynak edilebilmekte, çoğunlukla sağlam birleşmeler sağlanmaktadır. Ancak Al-Mg alaşımlarında, magnezyum kayıpları ve kaba metalürjik içyapılar dolayısıyla sorunlar çıkmaktadır. Bu itibarla dekapanların kaynak metalinin bileşimi üzerindeki etkilerinin bilinmesi önemli olmaktadır (bu hususta ilerde kısa bilgi verilecektir.)

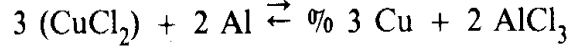
Saf Al elektrod ve % 20 (ağırlık) NaF-KCl ötektik içeren bir asal dekapanla yapılan deneylerde bu tür bir dekapanın seçimi, uygun ergime ve kaynama noktaları, yüksek termodinamik stabilite ve elementlerin hiçbirinin sıvı alüminyum içinde

erime kabiliyetinde olmayışı dolayısıyla olmuştur. Potasyum gerçekte Al içinde erimez, sodyum ise çok az (% 0.14-ağırlık-ötektik) erir.

Bir asal dekapan esasına ölçülü miktarlarda Cu, Zn, Mg ve Si tuzları eklenerek ingotları alaşımlandırmak üzere reaktif dekapanlar yapılmış.

Asal cürufta banyo, elektrod uçlarından itibaren aşağıya ve potanın cidarlarında yukarıya doğru, elektrod ucuna yakın yerde yaklaşık 500-1000 mm/sn hızla hareket etmiş. Herne kadar arada bir elektrod ucu yakınında cüruf altında ark görülmüşse de ergime süreci stabil olmuştur.

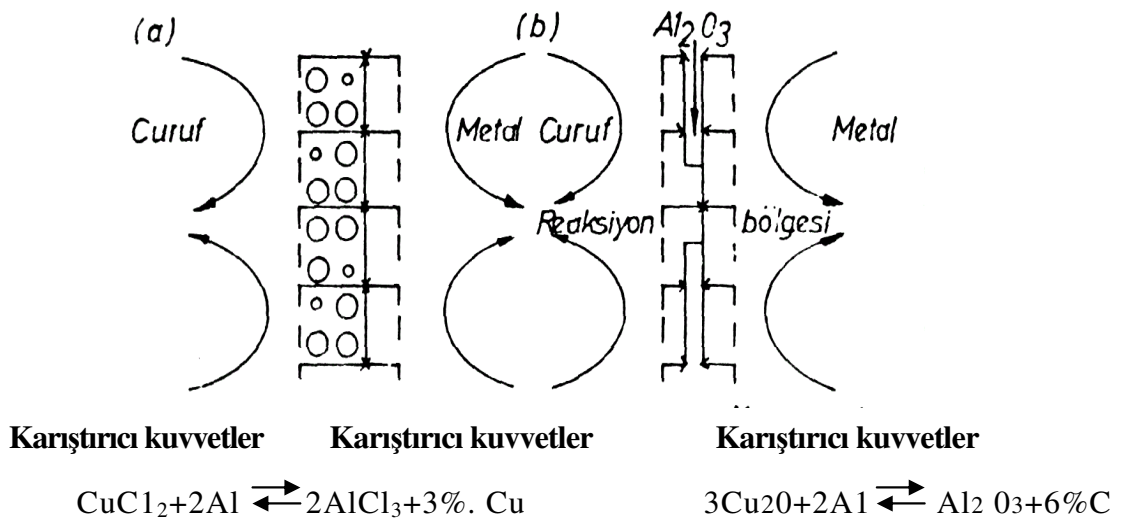
500 ilâ 750 mm/sn hızla küçük damlacık yağmuru gözlenmiş. Reaktif cüruflarda genel hareket modeli aynı olmakla birlikte CuCl_2 cürufunda cürufaltı ark tutuşmasında büyük artış ve elektrod ucunda hayli gelişigüzel faaliyet görülmüş. Her iki olay muhtemelen AlCl_3 reaksiyon ürününün gazlı tabiatının sonucu:



Deney sonuçları saf alüminyumun stabil fluörür ve klorürleri içeren bir asal dekapan altında terk edilebileceğini ve uygun reaktif tuzlar içeren dekapanlardan endüstriyel olarak faydalı miktarlarda bakır, çinko ve magnezyumla alaşımlandırı-labileceğini göstermiştir.

Dekapanın terkil edilmesinde yüksek derecede reaktif birleşimlerin kullanılması halinde alaşım elementlerinin ingotlara intikalinin tabiatı, reaksiyon ürününün fiziksel tabiatına bağlıdır. İntikal (transfer) esas itibariyle cüruf fazı içinde bir sınır tabakası arasından reaktif maddelerin difüzyonu tarafından denetlenir; gaz reaksiyon ürünleri, bir kinetik engel oluşturarak etkin sınır tabakası kalınlığını artırır ve katı reaksiyon ürünleri reaksiyonun vaki olduğu alanın bir bölümünü açar. Şekil 212 şematik olarak bu iki mekanizmayı gösterir.

Bakır klorür ve iodyürlerde sonuç, reaksiyonlar lehine büyük termodinamik sürücü kuvvete rağmen ergime sırasında bütün bakırın cüruftan alınamadığı merkezindedir. Oysa ki cürufta büyük bakır kayıpları vaki olmuştur. Bundan iki önemli pratik husus çıkmaktadır: halid içeren cüruflar, ingot (ya da kaynak metaline) intikal eden bakır miktarı, dekapan içindeki bakır miktarının bir fonksiyonu olduğuna göre, bakırın ergime süreci sırasında tükenmesi kontrollü şekilde telâfi edilecektir. Keza elektrodun sürülme temposunun ingot bileşimi üzerindeki belirgin etkisi de dikkate alınacaktır. Bu, nispeten stabil olmayan çinkonunki gibi öbür birleşimler için de doğrudur. Magnezyum halidleri gibi yüksek termodinamik stabiliteyi haiz tuzlar, ingota çok daha aşağı alaşım intikal temposu arzeder ve cüruf bileşimini büyük ölçüde bozmazlar.



Şekil: 212 — Alüminyumda cüruf-metal reaksiyon mekanizmalarının şematik diyagramı: (a) gaz reaksiyon ürünleri, (b) kan reaksiyon ürünleri.

Kalın alüminyum kesitleri üzerindeki çalışmaların anlamı iki yönlüdür: Önce, doğruca işlemsel açıdan oksit dekapların istenmedikleri; özellikle bakır ve çinko tuzlarıyla daha yüksek oranlarda cüruf altı ark tutuşması güçlükleri çok arttığından cüruf içinde reaktif halidlerin oranının ağırlık olarak % 10 ilâ 20 mertebesinde sınırlanmasının istendiği anlaşılmaktadır.

İkinci olarak terk edilen alüminyumun sınaî olarak önemli elementlerle alaşımlandırılmasının elektrolag sürecinde değişik ölçülerde mümkün olduğu görülmektedir. Bakır ve çinko halidleriyle saf alüminyumdan hareket ederek uygun bakır ve çinko düzeyli alaşımlar meydana getirilebilmektedir. Termodinamik olarak daha stabil magnezyum tuzlarıyla yaklaşık bir % 1 (ağırlık) maksimum magnezyum düzeyi ingota intikal ettirilebilmektedir. Herne kadar bu, saf alüminyumdan ticari olarak faydalı magnezyum alaşımlarını (% 5'e kadar Mg) imal etmek için yetersiz ise de muhtemelen mevcut magnezyum alaşımlarının kaynak sırasındaki kayıplarını telâfi etmekte yeterli olabilir. Silisyum, cüruftan metala intikal ettirilememektedir şöyleki bunun halidleri gaz tabiatlı olup asal cüruf içinde oksidi erimemektedir.